

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

29 06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 6 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 8 6 9 3 3  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 8 6 9 3 3 ]

出 願 人  
Applicant(s): 川崎重工業株式会社

REC'D 19 AUG 2004

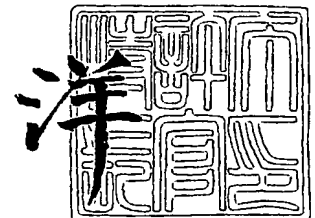
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 030254  
【提出日】 平成15年 6月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01M 8/00  
F02C 7/22  
【発明の名称】 燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム  
【請求項の数】 8

## 【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

【氏名】 田中 一雄

## 【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

【氏名】 原田 英一

## 【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

【氏名】 庄司 恭敏

## 【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

【氏名】 北嶋 潤一

## 【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

【氏名】 山下 誠二

## 【特許出願人】

【識別番号】 000000974

【氏名又は名称】 川崎重工業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100087941

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉本 修司

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012793

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 常圧・高温型の燃料電池から排出される電池排ガスを燃焼させる燃焼器と、

前記燃焼器から排出されるほぼ常圧の燃焼ガスを負圧にまで膨張させるタービンと、

前記タービンが発生する動力により駆動されて、タービンからの排気を昇圧する圧縮機と、

前記タービンからの高温の排気と燃料電池に供給される低温の空気との間で熱交換する熱交換器とを備えた燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記圧縮機からの排気を前記低温の空気に混入させる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、さらに、前記熱交換器を出た排気を冷却して前記圧縮機に供給する冷却器を備えた燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかにおいて、さらに、前記圧縮機と同軸に設けられて、圧縮機からの排気を圧縮する第二圧縮機と、この第二圧縮機に供給される排気を冷却する第二冷却器とを備えた燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれかにおいて、さらに、前記タービンを出た排気から熱回収して蒸気を生成する蒸発器と、燃料を前記蒸気を用いて改質して前記燃料電池に供給する改質器とを備えた燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれかにおいて、さらに、前記燃料電池に供給される空気の一部を前記燃焼器に導入する空気導入通路を備えた燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれかにおいて、さらに、前記燃焼器に前記電池排ガスとは別の燃料を供給する燃料供給器を備えた燃料電池・常圧ター

ビン・ハイブリッドシステム。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれかにおいて、前記タービンを第一タービンとし、さらに、前記第一タービンと同軸に設けられた第二タービンと、第二タービンからの排気に燃料を供給して燃焼させて前記第一タービンに供給する第二燃焼器とを備え、前記第一タービンからの排気が前記熱交換器に供給される燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、常圧・高温型の燃料電池と常圧タービンとを組み合わせる効率的な発電を行う燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のハイブリッドシステムとして、高圧型燃料電池と、発電機を駆動するガスタービンとを組み合わせたものが知られている（特許文献 1、2 参照）。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 8-45523 号公報（図 1 および全文）

【特許文献 2】

特開平 10-12255 号公報（図 1 および全文）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のハイブリッドシステムは、加圧側へ動作するガスタービンと、その圧縮機出口圧力と同等または高い圧力で運転される高圧型の燃料電池が使用されているため、次のような問題がある。つまり、ハイブリッドシステムの全体を小型化するとき、小型のガスタービンに対して大容量の高温高压容器の中に燃料電池を格納するので、緊急時のシャットダウン処理などを適切に行って、高温高压ガスを速やかに系外に放出するための保護装置が必要となり、小型システム

においてはコスト負担が大きくなる。また、緊急停止時の差圧変動を燃料電池の構造強度上の許容範囲内に収めるシステム構成や制御技術が必要となるので、さらなるコスト増大を招く。さらに、前記高温高压の容器や高温高压配管を用いる必要があるので、システム全体のコストが増大する。

#### 【0005】

そこで、本発明は、高温型の燃料電池から排出される電池排ガスの熱エネルギーを有効利用でき、しかも、緊急時の保護装置などを別途必要とすることのない簡易な構造の燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを提供することを目的とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムは、常圧・高温型の燃料電池から排出される電池排ガスを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器からの燃焼ガスを負圧にまで膨張させるタービンと、前記タービンが発生する動力により駆動されて、タービンからの排気を昇圧する圧縮機と、前記タービンからの高温の排気と燃料電池に供給される低温の空気との間で熱交換する熱交換器とを備えている。ここで、常圧とは、システムの設置環境の圧力を言い、負圧とはそれよりも低い圧力を言う。

#### 【0007】

前記燃料電池において、燃料と空気が電解質を介して反応することにより電力が発生し、このとき生成される高温の電池排ガスが燃焼器に送られて燃焼される。燃焼器からのほぼ常圧の燃焼ガスはタービンに送られて、このタービンが駆動される。タービンが発生する動力の一部により圧縮機が駆動される。前記燃焼ガスは、タービンを通過することにより負圧にまで膨張し、この膨張した排気が圧縮機に送られて昇圧される。前記タービンにおいて膨張した排気は、前記熱交換器に送られて燃料電池に供給される低温の空気と熱交換され、低温となった排気が前記圧縮機へと送られるので、圧縮効率が高められてガスタービンの効率が向上する。一方、熱交換により高温となった空気が燃料電池に送られ、その発電効率が高められる。以上のように、常圧・高温型の燃料電池と常圧タービンとを組

み合わせているから、燃料電池からの高温の電池排ガスの熱エネルギーを有効利用しながら、システム全体に高い圧力が発生することがなく、したがって、従来の緊急時の保護装置などを別途必要とせず、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストを低減することができる。

#### 【0008】

前記圧縮機からの排気は、前記燃料電池に供給される空気に混入させることが好ましい。このようにすれば、特に後述するMCFC型（溶融炭酸塩型）の燃料電池を用いる場合、従来、リサイクルブロー等によって高圧型の燃料電池に加圧再循環していた排気を、極めて動力の少ない送風機等によって供給できるため、カソード反応率が低い運転条件においても、カソードの二酸化炭素分圧を容易に高められ、発電効率を向上させることができる。

#### 【0009】

前記熱交換器の下流側には、その排気を冷却して圧縮機に供給する冷却器を配置することが好ましい。この構成によれば、熱交換器からの排気が冷却器により冷却されて圧縮機に送られるので、この圧縮機の効率が高められてガスタービンの効率が向上する。

#### 【0010】

本発明の一実施形態では、前記圧縮機には、これと同軸上に圧縮機からの排気を圧縮する第二圧縮機を設け、この第二圧縮機に供給される排気を冷却する第二冷却器を設けている。この構成によれば、各圧縮機に供給される排気がそれぞれの冷却器により冷却されるので、各圧縮機の圧縮効率が高められてガスタービンの効率がより向上する。ここで、同軸上とは同一回転軸に結合することを言う。

#### 【0011】

本発明の他の実施形態では、前記タービンを出た排気から熱回収して蒸気を生成する蒸発器と、その蒸気を用いて燃料を改質して前記燃料電池に供給する改質器とを設けている。この構成によれば、前記蒸発器で生成する蒸気により、つまりシステムの排熱により、燃料が改質される。例えば燃料として天然ガスを使用した場合、これを、COとH<sub>2</sub>を大量に含む、燃料電池の燃料として良質なガスに改質できる。

## 【0012】

本発明のさらに他の実施形態では、燃料電池に供給される空気の一部を導入する空気導入通路が設けられる。この構成によれば、燃料電池に供給される空気の量が多すぎるとき、この空気の一部が導入通路を経て燃焼器にバイパスされる。つまり、前記燃料電池の上流側の熱交換器に、前記タービンからの排気を十分に冷却するために、燃料電池で必要とする以上の量の空気を送った場合に、その余分の空気を前記導入通路から燃焼器にバイパスさせて、この燃焼器で燃料電池からの電池排ガスとともに燃焼させる。

## 【0013】

前記燃焼器には、電池排ガスとは別の燃料を供給する燃料供給器を設けることもできる。この構成によれば、前記燃焼器において燃焼供給器からの燃料を燃焼させることにより、前記電池排ガスの燃焼温度を制御できるので、タービン出力の制御が容易に行える。

## 【0014】

本発明のさらに他の実施形態では、前記タービンを第一タービンとし、これと同軸上に第二タービンを設け、これら第一タービンと第二タービンとの間に、第二タービンからの排気に燃料を供給して燃焼させて第一タービンに供給する第二燃焼器を設け、第一タービンからの排気を前記熱交換器に供給する。この構成によれば、第二燃焼器により第二タービンからの排気が燃焼されて、高温の排気が第一タービンに送られるため、この第一タービンの出力が向上する。

## 【0015】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は本発明の第一実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示すブロック図である。このハイブリッドシステムは、常圧・高温型の燃料電池1と、これから排出されるほぼ常圧の電池排ガスG1を燃料とする常圧タービンAPTとを組み合わせている。常圧タービンAPTは、燃料電池1から排出される電池排ガスG1を燃焼させる燃焼器2と、その燃焼ガスG2を負圧にまで膨張させるタービン3と、このタービン3が発生する動力により駆動され

て、タービン 3 からの排気 G 3 を昇圧する圧縮機 4 と、前記タービン 3 からの高温の排気 G 3 と燃料電池 1 に供給される低温の空気 A との間で熱交換する熱交換器 5 とを備えている。常圧タービン A P T は一軸型であり、タービン 3 と圧縮機 4 は同一回転軸 10 に結合され、さらに、この回転軸 10 に、負荷である発電機 40 が結合されている。常圧タービン A P T を二軸型として、第 1 軸でタービン 3 と圧縮機 4 を連結し、第 2 軸でタービン 3 と発電機 40 を連結することもできる。

#### 【0016】

図 1 の第 1 実施形態では、燃料電池 1 として MCFC 型 (Molten Carbonate Fuel Cell: 熔融炭素塩型) のものを用いており、アノード極 11 とカソード極 12 およびこれらの間に設けられた電解質層 13 を有し、前記アノード極 11 に供給される常圧の燃料 F から発生する CO, H<sub>2</sub> と前記カソード極 12 に供給される常圧の空気 A 中の酸素とを前記電解質層 13 を介して反応させることにより、電力が発生する。燃料 F として、例えば天然ガスが用いられる。

#### 【0017】

前記燃料電池 1 から排出される未反応ガスや余った空気を含む常圧・高温の電池排ガス G 1 は、燃焼器 2 に送られて燃焼し、その燃焼ガス G 2 がタービン 3 に送られて、このタービン 3 を駆動し、その発生動力により圧縮機 4 と発電機 40 が駆動される。また、前記燃焼ガス G 2 はタービン 3 を通過することより負圧にまで膨張し、この膨張した負圧・中温の排気 G 3 が前記熱交換器 5 に送られて、燃料電池 1 に供給される低温の空気 A と熱交換される。空気 A との熱交換により低温となった排気 G 4 は前記圧縮機 4 へと送られ、ここで常圧にまで昇圧される。このとき、排気 G 4 は低温となっているから、圧縮機 4 での圧縮効率が高められて常圧タービン A P T の効率が向上する。一方、前記熱交換器 5 で高温となった空気 A は、燃料電池 1 のカソード極 12 に供給され、空気 A 中の酸素が酸化剤となって燃料 F の成分と反応するときの化学反応が促進される結果、発電効率が高められる。前記圧縮機 4 からの排気 G 5 は、前記燃料電池 1 に供給される空気 A に混入される。

#### 【0018】

上記構成において、前記燃料電池 1 として常圧・高温型のものを用い、常圧タービン APT として常圧型のものを用いているから、燃料電池 1 からの高温の電池排ガス G1 の熱エネルギーを常圧タービン APT で有効利用できる。さらに、システム全体に高い圧力が発生することがないので、従来の緊急時の保護装置などを別途必要とすることがなく、しかも、燃料電池 1 および常圧タービン APT の構造材料や配管材料として、軽量で加工容易なものを用いることができるから、コストの低減が図れる。

#### 【0019】

また、圧縮機 1 からの排気 G5 が燃料電池 1 に供給される空気 A に混入されているから、従来、リサイクルブロー等によって高压型の燃料電池に加圧再循環していた排気 G5 を、極めて動力の少ない送風機等によって常圧型の燃料電池 1 に供給できるため、カソード反応率が低い運転条件においても、カソード極 12 の二酸化炭素分圧を容易に高められ、発電効率を向上させることができる。また、本発明では、SOFC 型の燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell: 固体酸化物型) を使用することも可能であるが、その場合、前記排気 G5 は空気 A に混入することなく、直接系外に排出される。

#### 【0020】

図 2 は第 2 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは基本的には図 1 の第 1 実施形態と同様であって、第 1 実施形態に対し、前記熱交換器 5 と圧縮機 4 との間に水噴霧型の冷却器 6 を追加している。この構成によれば、前記冷却器 6 において熱交換器 5 を出た排気 G4 に水が噴霧されて冷却され、水分を含んだ排気 G6 となって圧縮機 4 へと送られ、この圧縮機 4 内において、排気 G6 中の水分の蒸発潜熱により排気 G6 が冷却されて低温化される。このため、圧縮機 4 の圧縮効率が高められて、常圧タービン APT の効率が向上する。

#### 【0021】

図 3 は、第 3 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図 2 の第 2 実施形態に対し、さらに、前記圧縮機 4 を第一圧縮機とし、この第一圧縮機 4 と同一回転軸 10 上に

第二圧縮機 41 を結合し、これら第一圧縮機 4 と第二圧縮機 41 の間に、第一冷却器 6 とは別に、圧縮機 4 からの排気 G7 を冷却する水噴霧型の第二冷却器 61 を追加している。この構成によれば、前記第二冷却器 61 において圧縮機 4 を出た排気 G7 に水が噴霧されて冷却され、水分を含んだ排気 G8 となって第二圧縮機 41 に送られ、この第二圧縮機 41 内において、排気 G8 中の水分の蒸発潜熱により排気 G8 が冷却されて低温化される。また第二圧縮機 41 を通過した排気 G9 は、前記空気 A に混入されて、燃料電池 1 での酸素の運搬媒体となる二酸化炭素が回収されてカソード極 12 に供給される。このように、2 つの圧縮機 4, 41 に供給される排気 G6, G8 がそれぞれ 2 つの冷却器 6, 61 によって冷却されるから、各圧縮機 4, 41 の圧縮効率が高められて、常圧タービン APT の効率が向上する。

#### 【0022】

図 2 および図 3 に示した冷却器 6, 61 として、水噴霧器からなる直接型に代えて、容器内に冷却水管を配置した間接型の冷却器を用いることもできる。

#### 【0023】

図 4 は、第 4 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図 1 の第 1 実施形態に対して、タービン 3 の下流側に、その排気 G3 から熱回収して蒸気を生成する蒸発器 7 を接続し、この蒸発器 7 で生成した蒸気 S を用いて前記燃料電池 1 の燃料 F を分解して改質する改質器 8 を追加している。この構成によれば、前記蒸発器 7 で生成された蒸気 S により前記燃料 F が CO, H<sub>2</sub> などに分解改質されて燃料電池 1 に供給される。つまりハイブリッドシステムの排熱を利用して燃料 F の改質を行うことができる。

#### 【0024】

図 5 は、第 5 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図 1 の第 1 実施形態に対して、前記燃焼器 2 の上流側に、燃料電池 1 に供給される空気 A の一部を導入する空気導入通路 9 を追加している。この構成によれば、燃料電池 1 に供給される空気 A の量が過大であるとき、この空気 A の一部が、燃料電池 1 をバイパスし、導入通

路 9 を経て燃焼器 2 に直接供給される。つまり、前記燃料電池 1 の上流側の熱交換器 5 には、前記タービン 3 からの排気 G 3 を十分に低温化するために、燃料電池 1 で必要とする以上の量の空気 A が供給されており、この余分の空気 A を前記導入通路 9 から燃焼器 2 にバイパスさせて、燃焼器 2 で燃料電池 1 からの電池排ガス G 1 とともに燃焼させる。

#### 【0025】

図 6 は、第 6 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図 1 の第 1 実施形態に対して、前記燃焼器 2 に気体または液体の燃料 F 1 を供給する噴射ノズルのような燃料供給器 20 を追加している。この構成によれば、前記燃焼器 2 において燃料供給器 20 からの燃料 F 1 を燃焼させることにより、前記電池排ガス G 1 の燃焼温度、つまりタービン 3 に供給される排気 G 2 の温度を制御することができるので、タービン出力の制御が容易に行える。例えば、前記燃焼器 2 で十分な温度上昇が得られないようなとき、前記燃料供給器 20 からの燃料 F 1 で追い炊きすることにより、前記タービン 3 に供給される排気 G 3 の温度を上昇させて、タービン出力を高めることができる。

#### 【0026】

図 7 は、第 7 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示している。このハイブリッドシステムは、図 3 の第 3 実施形態に対し、前記タービン 3 を第一タービンとし、この第一タービン 3 と同一回転軸上に第二タービン 31 を結合するとともに、これら第一タービン 3 と第二タービン 31 との間に、気体または液体の燃料 F 2 が供給される第二燃焼器 21 を追加し、さらに、第一タービン 3 からの排気 G 12 を熱交換器 5 に供給するようにしている。この構成によれば、前記第二タービン 31 からの排気 G 10 が前記第二燃焼器 21 で燃料 F 2 により燃焼されて、高温の排気 G 11 が前記タービン 3 に送られる。このため、第一タービン 3 の出力が向上する。

#### 【0027】

#### 【発明の効果】

以上のように、本発明の燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムによ

れば、常圧・高温型の燃料電池からの電池排ガスの熱エネルギーを有効利用できるとともに、従来のように緊急時の装置などを別途必要とすることなく、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態にかかる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【図 2】

第 2 実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【図 3】

第 3 実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【図 4】

第 4 実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【図 5】

第 5 実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【図 6】

第 6 実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【図 7】

第 7 実施形態のハイブリッドシステムを示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 … 燃料電池
- 2 … 燃焼器
- 20 … 燃料供給器
- 21 … 第二燃焼器
- 3 … タービン
- 3 … タービン
- 31 … 第二タービン
- 4 … 圧縮機

41...第二圧縮機

5...熱交換器

6...冷却器

61...第二冷却器

7...蒸発器

8...改質器

9...空気導入通路

A...空気

F, F2...燃料

G1...電池排ガス

G2...燃焼ガス

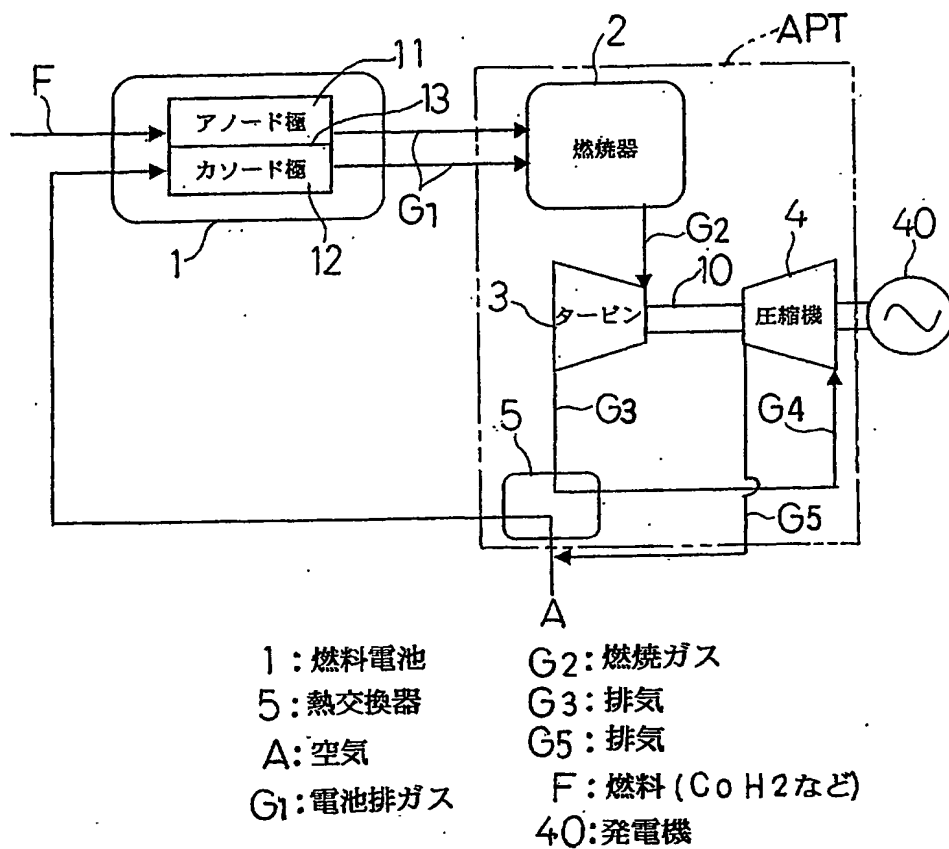
G3~12...排気

A P T...常圧タービン

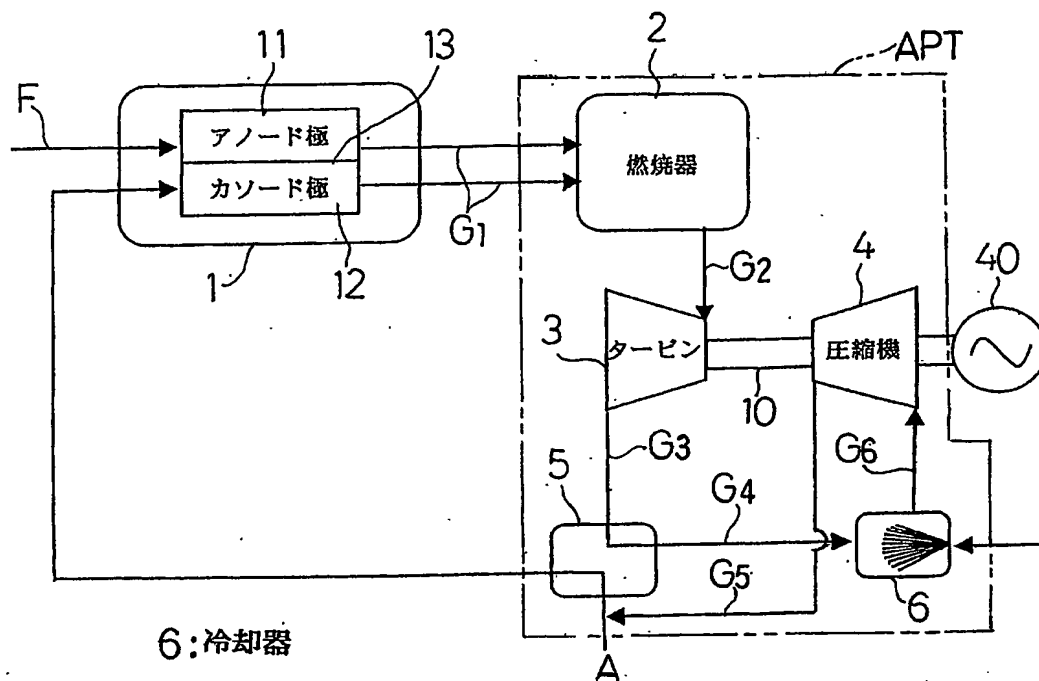
【書類名】

図面

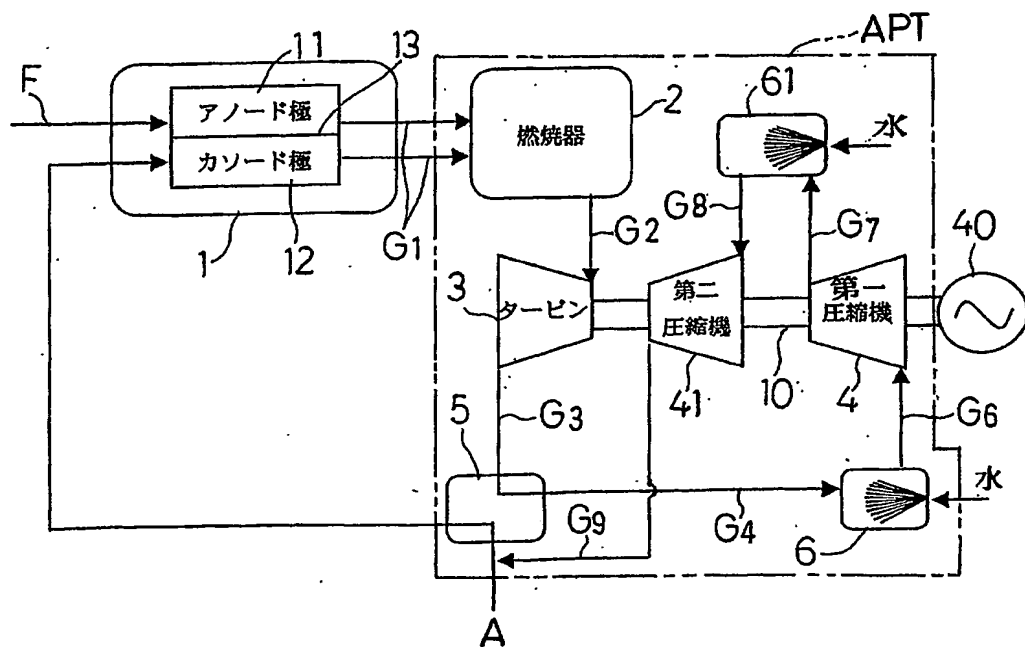
【図 1】



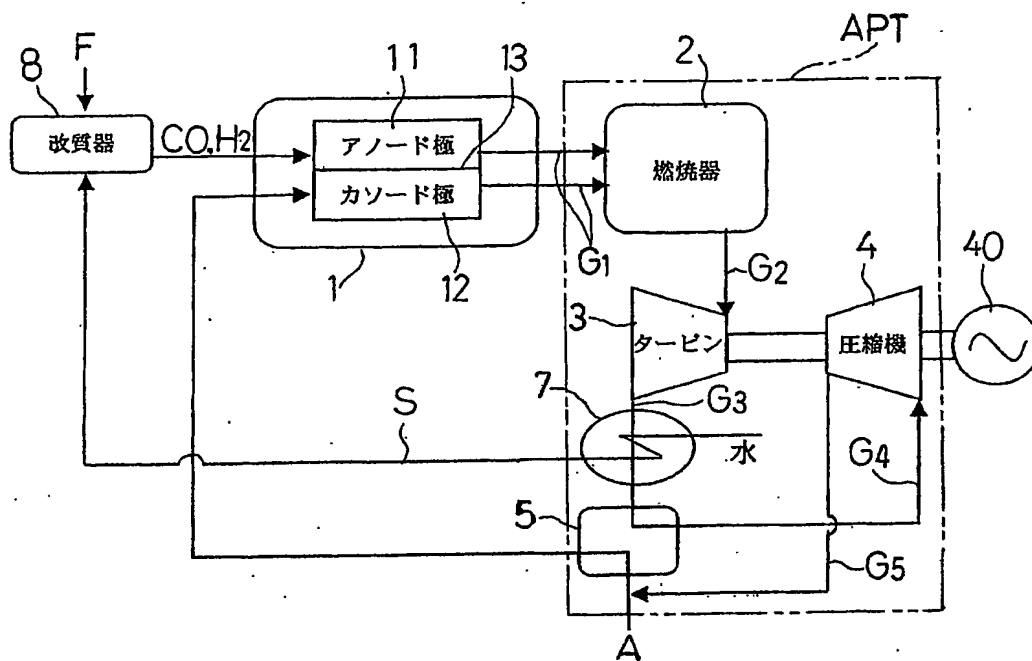
【図 2】



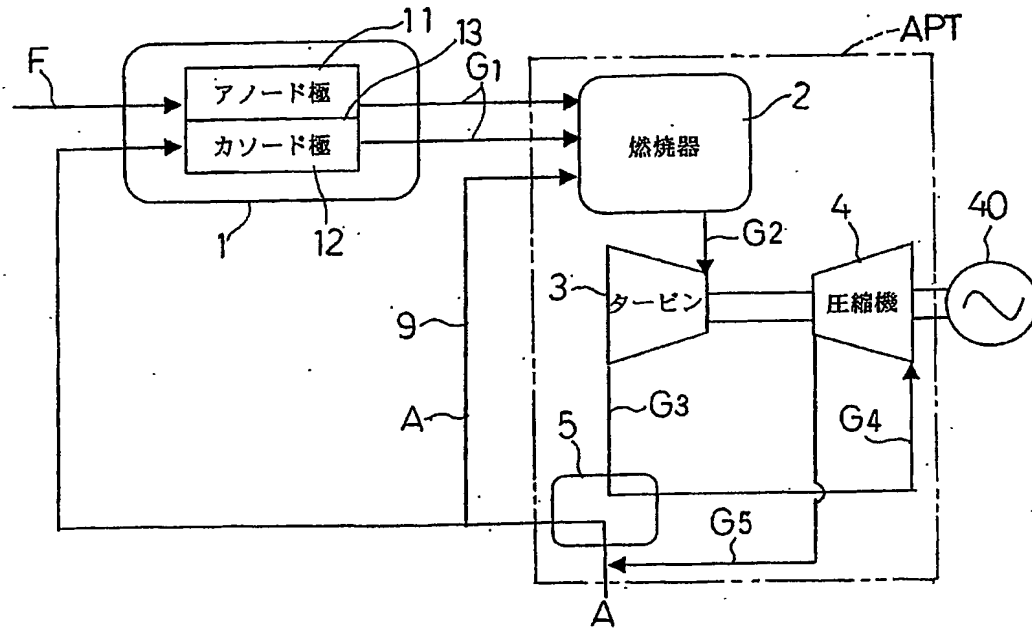
【図 3】



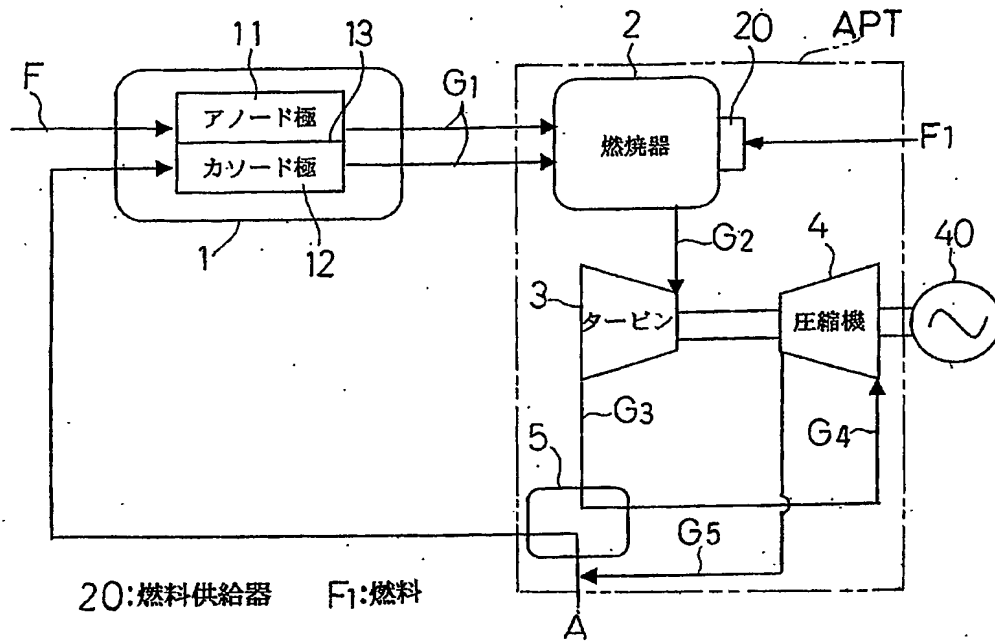
【図 4】



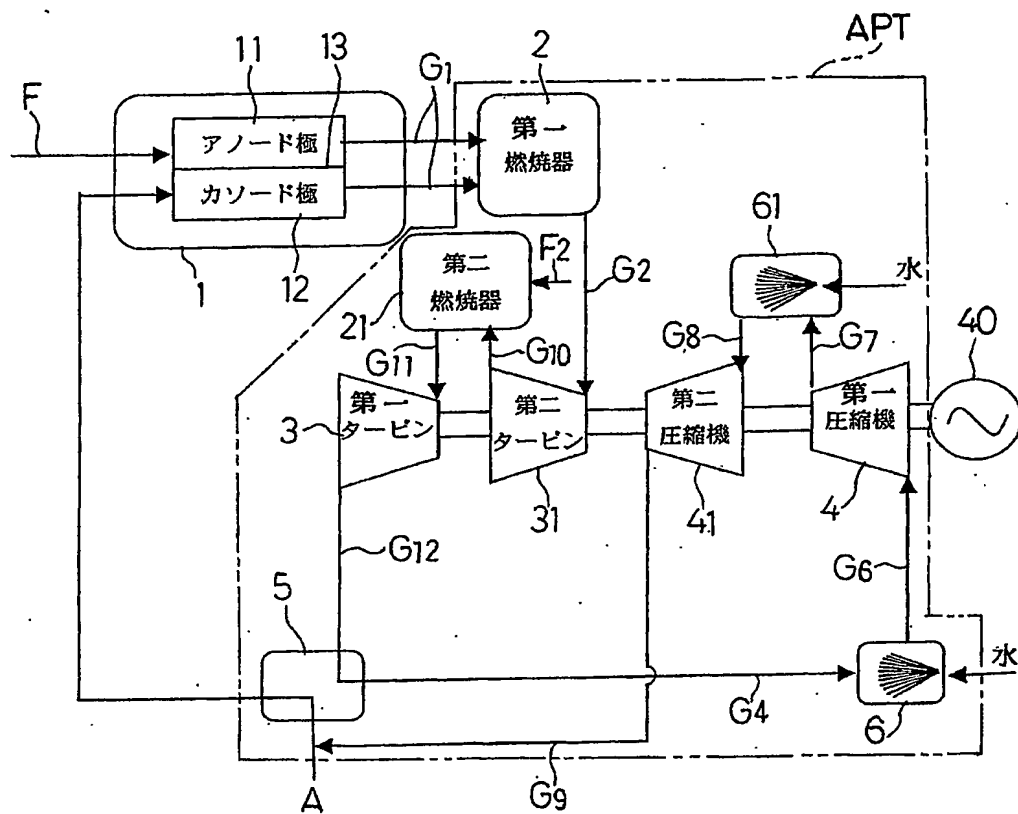
【図 5】



【図 6】



【図 7】



61: 第二冷却器



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 常圧・高温型の燃料電池からの電池排ガスの熱エネルギーを有効利用できるとともに、緊急時の保護装置を別途必要とすることなく、しかも、構造材料や配管材料として軽量で加工容易なものを用いて、コストの低減を図ることができる燃料電池・常圧タービン・ハイブリッドシステムを提供する。

【解決手段】 常圧・高温型の燃料電池 1 から排出される電池排ガス G 1 を燃焼させる燃焼器 2 と、燃焼器 2 から排出されるほぼ常圧の燃焼ガス G 2 を負圧にまで膨張させるタービン 3 と、タービン 3 が発生する動力により駆動されて、タービン 3 からの排気 G 3 を昇圧する圧縮機 4 と、前記タービン 3 からの高温の排気 G 3 と燃料電池 1 に供給される低温の空気 A との間で熱交換する熱交換器 5 とを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 8 6 9 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 9 7 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号

氏 名

川崎重工業株式会社